

Beschreibung

Messeinrichtung für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Messeinrichtung, insbesondere eine Messeinrichtung für ein Kraftfahrzeug, zum Messen eines Abstandes zwischen der Messeinrichtung und mindestens einem Objekt und/oder zum Messen einer Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt, wobei die Messeinrichtung eine Abstrahlvorrichtung zum Senden eines Sendesignals aufweist, das zumindest zwei Signalabschnittsfolgen, eine erste Signalabschnittsfolge und eine zweite Signalabschnittsfolge, mit zumindest je zwei zeitlich alternierenden Signalabschnitten umfasst, wobei sich die zumindest zwei Signalabschnitte einer Signalabschnittsfolge in ihrer Frequenz um je eine Differenzfrequenz unterscheiden.

Eine derartige als Radareinrichtung ausgestaltete Messeinrichtung ist aus der DE 100 50 278 A1 bzw. aus der Dissertation von M.-M. Meinecke „Zum optimierten Sendesignalentwurf für Automobilradare“, TU Hamburg-Harburg, 2001 bekannt. So offenbart die DE 100 50 278 A1 die Bestimmung eines Abstandes und einer Relativgeschwindigkeit wenigstens eines entfernten Objekts von einem Beobachtungspunkt mit Hilfe von vom Beobachtungspunkt ausgesandten elektromagnetischen Signalen in Form von abwechselnd ausgesandten Signalabschnitten einer ersten Frequenz und einer zweiten Frequenz, die nach einer Reflexion an dem Objekt empfangen und ausgewertet werden, wobei die Signalabschnitte der beiden Frequenzen während eines Messintervalls um jeweils einen konstanten Frequenzschritt verschoben ausgesandt werden.

Der Einsatz einer Radareinrichtung im Automobilbereich ist zudem aus der Dissertation „Radarsysteme zur automatischen Abstandsregelung in Automobilen“ von R. Mende, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 1999, sowie aus der DE 199 22 411 A1, der DE 42 44 608 C2 und der DE 100 25 844 A1 bekannt.

Die DE 199 22 411 A1 offenbart ein CW-Radarverfahren (Continuous Wave Radarverfahren bzw. Dauerstrich-Radarverfahren) zur Messung von Abständen und Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Fahrzeug und einem oder mehreren Hindernissen, bei denen ein Sendesignal

aus mindestens vier aufeinander folgenden Blöcken mit jeweils unterschiedlichen Steigungen besteht. In einem Entfernungs-Relativgeschwindigkeits-Diagramm werden zunächst die Schnittpunkte aller Geraden aus zwei Blöcken von allen gefundenen Frequenzpositionen berechnet. Zur Validierung dieser Schnittpunkte werden diese dahingehend überprüft, ob im Fourierspektrum eines dritten Blocks ein Peak an einer Frequenzposition existiert, deren zugeordnete Gerade im Entfernungs-Relativgeschwindigkeits-Diagramm einen Umgebungsbereich des Schnittpunktes schneidet. Die derart validierten Schnittpunkte werden einer zweiten Bedingung unterworfen, ob im Fourierspektrum eines vierten Blocks ein Peak an einer Frequenzposition existiert, deren zugeordnete Gerade im Entfernungs-Relativgeschwindigkeits-Diagramm einen Umgebungsbereich des Schnittpunktes schneidet. Die Schnittpunkte werden dann als gültig betrachtet, wenn sie beide Bedingungen erfüllen.

Die DE 42 44 608 C2 offenbart ein Radarverfahren zur Messung von Abständen und Relativgeschwindigkeiten zwischen einem Fahrzeug und vor diesem befindlichen Hindernissen, mit Aussendung kontinuierlicher Sendesignale, während des Aussendens der kontinuierlichen Sendesignale gleichzeitiges Empfangen an den Hindernissen reflektierter Signale, Mischen der reflektierten Signale mit den kontinuierlichen Sendesignalen zur Gewinnung von Inphase- und Quadratur-Signalen und Verarbeitung dieser Signale zu Ausgangssignalen für die Abstände und Relativgeschwindigkeiten der Hindernisse, wobei die kontinuierlichen Sendesignale in frequenzkonstante Stufen zeitlich konstanter Länge ohne zeitlichen Abstand zueinander zerlegt sind und zu jeder frequenzkonstanten Stufe des reflektierten empfangenen Signals ein komplexer Abtastwert erfasst und mit dem Sendesignal der gleichen frequenzkonstanten Stufe gemischt wird.

Die DE 100 25 844 A1 offenbart ein stufenweise linear frequenzmoduliertes Sendesignal, wobei mindestens zwei stufenweise lineare frequenzmodulierte Rampen ineinander verwoben sind. Charakteristisch dabei ist, dass diese zwei oder mehr Rampen gegeneinander einen konstanten Frequenzversatz aufweisen. Aus den Empfangssignalen können durch Frequenzmessung und Differenzphasenmessung eindeutig Objektentfernung und Objektgeschwindigkeit berechnet werden.

Zudem ist aus der DE 43 31 440 A1 bekannt, für Radareinrichtung I/Q-Signalpaare für die Signalauswertung zu bilden, wobei zwischen einer Radarantenne und einem Radarfrontend ein Phasenschieber geschaltet ist, wobei eine Auswerteschaltung eingangsseitig zwei Signalkanäle aufweist, wobei das Radarfrontend über einen Kanalschalter mit jeweils einem der beiden Signalkanäle verbindbar ist, wobei der Phasenschieber und der Kanalschalter synchron

getaktet sind, und wobei der Phasenschieber mit jedem Takt die Phase zwischen 0° und 45° umschaltet.

Aus der DE 689 13 423 T2 ist eine Doppler-Radareinrichtung für ein Fahrzeug zum Anzeigen eines Abstands zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis bekannt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Messeinrichtung mit einer gegenüber der DE 100 50 278 A1 verbesserten Messgenauigkeit anzugeben. Dabei ist es wünschenswert, mittels der Messeinrichtung das Auftreten so genannter Geisterziele gering zu halten oder ganz zu unterbinden, eine Messzeit von weniger als 10ms zu ermöglichen und die Detektion von Objekten im sehr nahen Bereich (0m ... 1m) wie auch im Mittel- und Fernbereich zu ermöglichen.

Vorgenannte Aufgabe wird durch eine Messeinrichtung, insbesondere eine Messeinrichtung für ein Kraftfahrzeug, zum Messen eines Abstandes zwischen der Messeinrichtung und mindestens einem Objekt und/oder zum Messen einer Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt gelöst, wobei die Messeinrichtung eine Abstrahlvorrichtung zum Senden eines Sendesignals aufweist, das zumindest zwei Signalabschnittsfolgen, eine erste Signalabschnittsfolge und eine zweite Signalabschnittsfolge, mit zumindest je zwei zeitlich alternierenden Signalabschnitten umfasst, wobei sich zumindest zwei Signalabschnitte einer Signalabschnittsfolge in ihrer Frequenz um je eine Differenzfrequenz unterscheiden, wobei die Differenzfrequenz der ersten Signalabschnittsfolge von der Differenzfrequenz der zweiten Signalabschnittsfolge, insbesondere um mindestens 5%, vorteilhafterweise um mindestens 10%, verschieden ist.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Messeinrichtung eine Empfangseinrichtung zum Empfangen eines von dem mindestens einem Objekt reflektierten Reflexionssignals des Sendesignals und vorteilhafterweise einen Mischer zum Mischen der ersten Signalabschnittsfolge mit einem von dem mindestens einen Objekt reflektierten Anteil der ersten Signalabschnittsfolge zu einem ersten Mischsignal auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Messeinrichtung zudem eine Auswertevorrichtung zur Ermittlung der Frequenz oder den Frequenzen des ersten Mischsignals auf. Die Auswertung kann beispielsweise mittels einer FFT (Fast Fourier Transformation) erfolgen.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist mittels der Auswertevorrichtung der Abstand zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt und/oder die

Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt in Abhängigkeit der gemessenen Frequenzen des ersten Mischsignals bestimmbar.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist mittels des Mischers die zweite Signalabschnittsfolge mit einem von dem mindestens einem Objekt reflektierten Anteil der zweiten Signalabschnittsfolge zu einem zweiten Mischsignal mischbar und mittels der Auswertevorrichtung die gemessenen Frequenzen des zweiten Mischsignals ermittelbar.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist mittels der Auswertevorrichtung der Abstand zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt und/oder die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt in Abhängigkeit von den gemessenen Frequenzen des ersten Mischsignals und von den gemessenen Frequenzen des zweiten Mischsignals bestimmbar.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist mittels der Auswertevorrichtung die Differenz der absoluten Phase des ersten Mischsignals und der absoluten Phase des zweiten Mischsignals bestimmbar.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist mittels der Auswertevorrichtung der Abstand zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einen Objekt und/oder die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Messeinrichtung und dem mindestens einem Objekt in Abhängigkeit der Differenz der Phase des ersten Mischsignals und der Phase des zweiten Mischsignals bestimmbar.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die Abstrahlvorrichtung und die Empfangseinrichtung je eine Antenne. Die Abstrahlvorrichtung und die Empfangseinrichtung können jedoch auch mittels einer gemeinsamen Antenne implementiert werden.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Abstrahlvorrichtung ein optisches Element, insbesondere ein Laser. Die Empfangseinrichtung ist dabei in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ein lichtempfindliches Element, insbesondere ein Photoelement oder eine Photodiode, welches zur Phasenmessung des reflektierten Laser-Lichtes geeignet ist.

Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren zum Messen eines Abstandes zwischen einer Abstrahlvorrichtung und mindestens einem Objekt und/oder zum Messen einer Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt

gelöst, wobei mittels der Abstrahlvorrichtung ein Sendesignal mit zumindest zwei Signalabschnittsfolgen, einer ersten Signalabschnittsfolge und einer zweiten Signalabschnittsfolge, mit zumindest je zwei zeitlich alternierenden Signalabschnitten gesendet wird, wobei sich zumindest zwei Signalabschnitte einer Signalabschnittsfolge in ihrer Frequenz um je eine nicht konstante Differenzfrequenz unterscheiden. Die Differenzfrequenz der ersten Signalabschnittsfolge kann von der Differenzfrequenz der zweiten Signalabschnittsfolge, insbesondere um mindestens 5%, vorteilhafterweise um mindestens 10%, verschieden sein.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird ein von dem mindestens einen Objekt reflektiertes Reflexionssignal des Sendesignals empfangen, vorteilhafterweise die erste Signalabschnittsfolge mit einem von dem mindestens einen Objekt reflektierten Anteil der ersten Signalabschnittsfolge zu einem ersten Mischsignal gemischt und vorteilhafterweise die dominierenden (gemessenen) Frequenzen des ersten Mischsignals ermittelt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Abstand zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt und/oder die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt in Abhängigkeit der dominierenden Frequenzen des ersten Mischsignals bestimmt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die zweite Signalabschnittsfolge mit einem von dem mindestens einen Objekt reflektierten Anteil der zweiten Signalabschnittsfolge zu einem zweiten Mischsignal gemischt und in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung die dominierenden Frequenzen des zweiten Mischsignals ermittelt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Abstand zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt und/oder die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt in Abhängigkeit der dominierenden Frequenzen des ersten Mischsignals und der dominierenden Frequenzen des zweiten Mischsignals bestimmt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Differenz der Phase des ersten Mischsignals und der Phase des zweiten Mischsignals bestimmt und in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung der Abstand zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt und/oder die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der Abstrahlvorrichtung und dem mindestens einen Objekt in Abhängigkeit der Differenzen der Phasen des ersten Mischsignals und der Phasen des zweiten Mischsignals bestimmt.

Kraftfahrzeug im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein individuell im Straßenverkehr benutzbares Landfahrzeug. Kraftfahrzeuge im Sinne der Erfindung sind insbesondere nicht auf Landfahrzeuge mit Verbrennungsmotor beschränkt.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine Vorderansicht eines Kraftfahrzeugs,
- Fig. 2 eine Seitenansicht eines Kraftfahrzeugs,
- Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel für eine Radareinrichtung,
- Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für ein Frequenz-Zeit-Diagramm und
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel für eine optische Messeinrichtung.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen ein Kraftfahrzeug 1 in beispielhafter Ausgestaltung. Fig. 1 zeigt dabei eine Vorderansicht des Kraftfahrzeugs 1, und Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht des Kraftfahrzeugs 1. Das Kraftfahrzeug 1 weist einen vorderen Stoßfänger 2 und einen hinteren Stoßfänger 3 auf. Der vordere Stoßfänger 2 weist in beispielhafter Ausgestaltung Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensoren 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 zum Messen eines Abstandes R zwischen dem Kraftfahrzeug 1 und mindestens einem Objekt bzw. Hindernis 20, wie etwa einem anderen Kraftfahrzeug, und/oder zum Messen einer Geschwindigkeitsdifferenz v zwischen dem Kraftfahrzeug 1 und dem mindestens einen Objekt bzw. Hindernis 20 auf, wobei die Geschwindigkeitsdifferenz v die Differenz der Geschwindigkeit v_H des Hindernisses 20 und der Geschwindigkeit v_F des Kraftfahrzeugs 1 ist.

Es können je nach Anwendung der Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensoren 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 mehr oder weniger Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensoren am Stoßfänger 2 angeordnet sein. Dies bedeutet, dass auch nur ein Sensor zum Einsatz kommen kann. Es können alternativ oder zusätzlich auch Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensoren an dem hinteren Stoßfänger 3, an Seitenspiegeln 4, 5, an Seitentüren 6, 7, den A-, B-, C-Säulen und/oder an einer Heckklappe 8 angeordnet sein. Die Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensoren können in verschiedene Richtungen und/oder in verschiedene Höhen ausgerichtet sein. Anwendungsbeispiele derartiger Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensoren können der Dissertation „Radarsysteme zur automatischen Abstandsregelung in Automobilen“ von R. Mende, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, 1999 entnommen werden.

Fig. 3 zeigt eine Radareinrichtung 30, die z.B. als Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensor 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 verwendbar ist. Die Radareinrichtung 30 weist einen Radarsensor 40 und eine Auswertevorrichtung 41 auf. Die Radareinrichtung 30 weist einen Oszillator bzw. einen Signalgenerator 31 zur Erzeugung eines Sendesignals $s(t)$, eine Sendeantenne 35 zur Abstrahlung des Sendesignals $s(t)$ und eine Empfangsantenne 36 zum Empfang eines von einem Objekt wie dem Hindernis 20 reflektierten Reflexionssignals $r(t)$ des abgestrahlten Sendesignals $s(t)$ auf. t bezeichnet dabei die Zeit.

Das mittels des Signalgenerators 31 erzeugte Sendesignal $s(t)$ umfasst zumindest zwei Signalabschnittsfolgen, eine erste Signalabschnittsfolge und eine zweite Signalabschnittsfolge, mit zumindest je zwei zeitlich alternierenden Signalabschnitten, wobei sich die zumindest zwei Signalabschnitte einer Signalabschnittsfolge in ihrer Frequenz um je eine Differenzfrequenz unterscheiden, und wobei die Differenzfrequenz der ersten Signalabschnittsfolge von der Differenzfrequenz der zweiten Signalabschnittsfolge, insbesondere um mindestens 5%, vorteilhafterweise um mindestens 10%, verschieden ist. Ein Ausführungsbeispiel eines derartigen Sendesignals ist in Fig. 4 in einem Frequenz-Zeit-Diagramm dargestellt.

Dabei bezeichnen $A1, A2, A3, \dots$ die Signalabschnitte einer ersten Signalabschnittsfolge $A(t)$ und $B1, B2, B3, \dots$ die Signalabschnitte einer zweiten Signalabschnittsfolge $B(t)$. Derartige Signalabschnitte werden auch als Chirps bezeichnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Zeitdauern T_{Burst} für die Signalabschnitte $A1, A2, A3, \dots$ und $B1, B2, B3, \dots$ gleich lang. Die Zeitdauern T_{Burst} der Signalabschnitte $A1, A2, A3, \dots$ sind in Fig. 4 durch eine durchgezogene Linie und die Zeitdauern T_{Burst} der Signalabschnitte $B1, B2, B3, \dots$ durch eine unterbrochene Linie dargestellt.

Die Frequenz innerhalb eines Signalabschnitts $A1, A2, A3, \dots$ bzw. $B1, B2, B3, \dots$ kann eine konstante Trägerfrequenz $f_T(t)$ sein, sie kann aber auch eine mit einer Modulationsfrequenz modulierte konstante Trägerfrequenz $f_T(t)$ sein.

Die einzelnen Signalabschnitte $A1, A2, A3, \dots$ der ersten Signalabschnittsfolge $A(t)$ unterscheiden sich in ihrer Frequenz bzw. ihrer Trägerfrequenz $f_T(t)$ um je eine Differenzfrequenz $f_{\text{Hub},A}/(N-1)$, wobei $f_{\text{Hub},A}$ die Differenz zwischen der Trägerfrequenz des ersten Signalabschnitts $A1$ der ersten Signalabschnittsfolge $A(t)$ und der Trägerfrequenz des N -ten Signalabschnitts der ersten Signalabschnittsfolge $A(t)$ und N die Anzahl der Signalabschnitte $A1, A2, A3, \dots$ der ersten Signalabschnittsfolge $A(t)$ ist. Die einzelnen Signalabschnitte $B1, B2, B3, \dots$ der ersten Signalabschnittsfolge $B(t)$ unterscheiden sich in ihrer Frequenz bzw. ihrer Trägerfrequenz $f_T(t)$ um je eine Differenzfrequenz $f_{\text{Hub},B}/(N-1)$, wobei $f_{\text{Hub},B}$ die Differenz zwischen der Trägerfrequenz des ersten Signalabschnitts $B1$ der zweiten Signalabschnittsfolge $B(t)$ und

der Trägerfrequenz des N-ten Signalabschnitts der zweiten Signalabschnittsfolge B(t) und N ebenfalls die Anzahl der Signalabschnitte B1, B2, B3, ... der ersten Signalabschnittsfolge A(t) ist. Es hat sich überraschenderweise als besonders vorteilhaft erwiesen, die Differenzfrequenz $f_{Hub,A}/(N-1)$ und der ersten Signalabschnittsfolge A(t), insbesondere um mindestens 5%, vorteilhafterweise um mindestens 10%, verschieden von der Differenzfrequenz $f_{Hub,B}/(N-1)$ der zweiten Signalabschnittsfolge B(t) zu wählen.

Es kann zudem ein Frequenzversatz f_{shift} zwischen dem Signalabschnitt A1 der ersten Signalabschnittsfolge A(t) und dem Signalabschnitt B1 der zweiten Signalabschnittsfolge B(t) vorgesehen werden.

Entsprechend ergibt sich die erste Signalabschnittsfolge A(t) zu

$$A(t) = \sum_{n=0}^{N-1} \cos \left(2\pi \cdot \left(f_{TA1} + \frac{n}{N-1} \cdot f_{Hub,A} \right) \cdot t \right) \cdot \text{rect} \left(\frac{t}{T_{Burst}} - \frac{1}{2} - 2n \right)$$

und die zweite Signalabschnittsfolge B(t) zu

$$B(t) = \sum_{n=0}^{N-1} \cos \left(2\pi \cdot \left(f_{TA1} + f_{shift} + \frac{n}{N-1} \cdot f_{Hub,B} \right) \cdot t \right) \cdot \text{rect} \left(\frac{t}{T_{Burst}} - \frac{1}{2} - (2n+1) \right)$$

wobei f_{TA1} die Trägerfrequenz des Signalabschnitts A1 und rect die Rechteckfunktion bezeichnet.

Das Sendesignal s(t) ergibt sich damit zu

$$s(t) = A(t) + B(t)$$

Das Sendesignal s(t) wird mittels eines Kopplers 32 einem Mischer 38 zum Mischen des Sendesignals s(t) und des Reflexionssignals r(t) zugeleitet. Der Mischer 38 gibt ein Inphase-Signal I(t) aus.

Das Sendesignal s(t) wird zudem mittels eines weiteren Kopplers 33 einem Phasenschieber 37 zugeleitet, mittels dessen die Phase des Sendesignals s(t) bezogen auf die Trägerfrequenz um 90° also $\pi/2$ verschoben wird. Das phasenverschobene Sendesignal wird einem Mischer 39 zum Mischen des phasenverschobenen Sendesignals und des Reflexionssignals r(t) zugeleitet,

das dem Mischer 39 mittels eines Kopplers 34 zugeleitet wird. Der Mischer 39 gibt ein Quadratur-Signal $Q(t)$ aus.

Das Inphase-Signal $I(t)$ und das Quadratur-Signal $Q(t)$ sind Mischsignale im Sinne der Ansprüche.

Die Radareinrichtung 30 weist einen Multiplikator 42 auf, mittels dessen das Quadratur-Signal $Q(t)$ mit der komplexen Zahl j zu $jQ(t)$ multipliziert wird. $I(t)$ und $jQ(t)$ werden zu einem komplexen Mischsignal $m(t)$ addiert. Das komplexe Mischsignal $m(t)$ ist ebenfalls ein Mischsignal im Sinne der Ansprüche. Die Radareinrichtung 30 weist zudem einen Frequenzanalysator 43, auf mittels dessen ein Spektrum $M(\kappa)$ des komplexen Mischsignals $m(t)$ über die Frequenz κ gebildet wird. Mittels eines Detektors 44 werden die dominierende Frequenz κ_A des Mischsignals $m(t)$ in Bezug auf die erste Signalfolge $A(t)$ und die dominierende Frequenz κ_B des Mischsignals $m(t)$ in Bezug auf die zweite Signalfolge $B(t)$ ermittelt.

Die Verarbeitung der einzelnen Signalfolgen $A(t)$ und $B(t)$ erfolgt dabei vorteilhafterweise durch zeitliche Trennung separat, so dass mittels der Mischer 38 und 39 die erste Signalabschnittsfolge $A(t)$ mit einem von dem mindestens einen Objekt 20 reflektierten Anteil der ersten Signalabschnittsfolge $A(t)$ (des Reflexionssignals $r(t)$) zu einem ersten Mischsignal $I_A(t)$, $Q_A(t)$ bzw. $m_A(t)$ und die zweite Signalabschnittsfolge $B(t)$ mit einem von dem mindestens einen Objekt 20 reflektierten Anteil der zweiten Signalabschnittsfolge $B(t)$ (des Reflexionssignals $r(t)$) zu einem zweiten Mischsignal $I_B(t)$, $Q_B(t)$ bzw. $m_B(t)$ gemischt wird. Mittels des Frequenzanalysators 43 wird dabei ein komplexes Spektrum $M_A(\kappa)$ des komplexen Mischsignals $m_A(t)$ über die Frequenz κ und ein komplexes Spektrum $M_B(\kappa)$ des komplexen Mischsignals $m_B(t)$ über die Frequenz κ gebildet. Mittels des Detektors 44 werden die Frequenzen κ_A des komplexen Mischsignals $m_A(t)$ (also in Bezug auf die erste Signalfolge $A(t)$) und die Frequenzen κ_B des komplexen Mischsignals $m_B(t)$ (also in Bezug auf die zweite Signalfolge $B(t)$) ermittelt.

Die Radareinrichtung 30 weist einen Auswerter 45 zur Bestimmung des Abstandes R und/oder der Differenzgeschwindigkeit v auf. Dabei wird mittels des Auswerter 45 folgendes Gleichungssystem gelöst:

$$\kappa_A = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,A}$$

$$\kappa_B = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,B}$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit ist.

Es kann zudem vorgesehen werden, dass mittels des Detektors 44 zusätzlich die Differenz $\Delta\psi$ der Phase des komplexen Mischsignals $m_A(t)$ und der Phase des komplexen Mischsignals $m_B(t)$ ermittelt wird. In diesem Fall kann mittels des Auswerter 45 – zur Bestimmung des Abstandes R und/oder der Geschwindigkeitsdifferenz v – folgendes überbestimmtes Gleichungssystem, z.B. durch einen Least-Square-Algorithmus, gelöst werden:

$$\Delta\psi = -2\pi \cdot \left(\frac{2v \cdot f_T \cdot T_{Burst}}{c} + \frac{2R \cdot f_{Shift}}{c} \right)$$

$$\kappa_A = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,A}$$

$$\kappa_B = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,B}$$

Es kann zudem vorgesehen werden, mehr als zwei Signalabschnittsfolgen zu verwenden. So können z.B. drei Signalabschnittsfolgen A(t), B(t) und C(t) unterschiedlicher Differenzfrequenz $f_{Hub,A}/(N-1)$, $f_{Hub,B}/(N-1)$ und $f_{Hub,C}/(N-1)$ verwendet und entsprechend abgestrahlt und verarbeitet werden. In diesem Fall kann mittels des Auswerter 45 – zur Bestimmung des Abstandes R und/oder der Geschwindigkeitsdifferenz v – z.B. folgendes überbestimmtes Gleichungssystem, z.B. durch einen Least-Square-Algorithmus, gelöst werden:

$$\kappa_A = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,A}$$

$$\kappa_B = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,B}$$

$$\kappa_C = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,C}$$

$$\Delta\psi_{AB} = -2\pi \cdot \left(\frac{2v \cdot f_T \cdot T_{Burst}}{c} + 2R \cdot \frac{f_{T,B} - f_{T,A}}{c} \right) \text{ wobei } f_{T,B} - f_{T,A} =: f_{Shift,BA}$$

$$\Delta\psi_{AC} = -2\pi \cdot \left(\frac{2v \cdot f_T \cdot T_{Burst}}{c} + 2R \cdot \frac{f_{T,C} - f_{T,A}}{c} \right) \text{ wobei } f_{T,C} - f_{T,A} =: f_{Shift,CA}$$

Entsprechend kann vorgesehen werden, z.B. vier Signalabschnittsfolgen A(t), B(t), C(t) und D(t) unterschiedlicher Differenzfrequenz $f_{Hub,A}/(N-1)$, $f_{Hub,B}/(N-1)$, $f_{Hub,C}/(N-1)$ und $f_{Hub,D}/(N-1)$ zu verwenden und entsprechend abzustrahlen und zu verarbeiten. In diesem Fall kann mittels des Auswerters 45 – zur Bestimmung des Abstandes R und/oder der Geschwindigkeitsdifferenz v – z.B. folgendes überbestimmtes Gleichungssystem, z.B. durch einen Least-Square-Algorithmus, gelöst werden:

$$\kappa_A = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,A}$$

$$\kappa_B = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,B}$$

$$\kappa_C = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,C}$$

$$\kappa_D = \frac{2v \cdot f_T}{c} \cdot (N-1) \cdot T_{Burst} - \frac{2R}{c} \cdot f_{Hub,D}$$

$$\Delta\psi_{AB} = \text{siehe oben}$$

$$\Delta\psi_{AC} = \text{siehe oben}$$

$$\Delta\psi_{AD} = -2\pi \cdot \left(\frac{2v \cdot f_T \cdot T_{Burst}}{c} + 2R \cdot \frac{f_{T,D} - f_{T,A}}{c} \right) \text{ wobei } f_{T,D} - f_{T,A} =: f_{Shift,DA}$$

Darüber hinaus kann für die Signalabschnitte verschiedener Signalfolgen eine unterschiedliche Zeitdauer vorgesehen sein.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine optische Messeinrichtung 50 zur verbesserten Messung der Geschwindigkeitsdifferenz v bzw. des Abstandes R . Die optische Messeinrichtung 50 weist einen optischen Sensor 60 und eine Auswertevorrichtung 61 auf, die im wesentlichen der Auswertevorrichtung 41 entspricht. Die optische Messeinrichtung 50 weist einen Oszillator bzw. einen Signalgenerator 51 zur Erzeugung eines Sendesignals $sl(t)$, einen Laser 55 zur Abstrahlung von Licht mit der Frequenz des Sendesignals $sl(t)$ und eine Photoelement 56 zum Empfang eines von mindestens einem Objekt wie dem Hindernis 20 reflektierten Lichts und zur Erzeugung eines Reflexionssignals $rl(t)$ mit einer Frequenz auf, die der Frequenz des reflektierten Lichts entspricht. Das mittels des Signalgenerators 51 erzeugte Sendesignal $sl(t)$ entspricht dem Sendesignal $s(t)$, ist jedoch in einem anderen Frequenzbereich angeordnet. Das Sendesignal $sl(t)$ wird mittels eines Kopplers 52 einem Mischer 58 zum Mischen des Sendesignals $sl(t)$ und des Reflexionssignals $rl(t)$ zugeleitet. Der Mischer 58 gibt ein Inphase-Signal $I(t)$ aus.

Das Sendesignal $sl(t)$ wird zudem mittels eines weiteren Kopplers 53 einem Phasenschieber 57 zugeleitet, mittels dessen die Phase des Sendesignals $sl(t)$ bezogen auf die Trägerfrequenz um 90° also $\pi/2$ verschoben wird. Das phasenverschobene Sendesignal wird einem Mischer 59 zum Mischen des phasenverschobenen Sendesignals und des Reflexionssignals $rl(t)$ zugeleitet, das dem Mischer 59 mittels eines Kopplers 54 zugeleitet wird. Der Mischer 59 gibt ein Quadratur-Signal $Q(t)$ aus.

Die Elemente, Signale und Frequenzbereiche in den Figuren sind unter Berücksichtigung von Einfachheit und Klarheit und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet. So sind z.B. die Größenordnungen einiger Elemente, Signale bzw. Frequenzbereiche übertrieben dargestellt, um das Verständnis der Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zu verbessern.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Kraftfahrzeug
2, 3	Stoßfänger
4, 5	Seitenspiegel
6, 7	Seitentür
8	Heckklappe
10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	Abstands- und/oder Geschwindigkeitssensor
20	Objekt bzw. Hindernis
30	Radareinrichtung
31, 51	Signalgenerator
32, 33, 34, 52, 53, 54	Koppler
35	Sendeantenne
36	Empfangsantenne
37, 57	Phasenschieber
38, 39, 58, 89	Mischer
40	Radareinrichtung
41, 61	Auswertevorrichtung
42	Multiplikator
43	Frequenzanalysator
44	Detektor
45	Auswerter
50	optische Messeinrichtung
55	Laser
56	Photoelement
60	optischer Sensor
A, B	Signalfolge
A1, A2, A3, B1, B2, B3	Signalabschnitt

$f_{\text{Hub,A}}, f_{\text{Hub,B}}$	Differenz zwischen der Trägerfrequenz des ersten Signalabschnitts einer Signalabschnittsfolge und der Trägerfrequenz des letzten Signalabschnitts der Signalabschnittsfolge
f_{shift}	Frequenzversatz
$f_T(t)$	Trägerfrequenz
$I(t)$	Inphase-Signal
$m(t)$	komplexes Mischsignal
$M(\kappa)$	komplexes Spektrum
$Q(t)$	Quadratur-Signal
R	Abstand
$r(t), r_l(t)$	Reflexionssignal
$s(t), s_l(t)$	Sendesignal
t	Zeit
T_{Burst}	Zeitdauer
v	Geschwindigkeitsdifferenz
v_F	Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs
v_H	Geschwindigkeit des Hindernisses
$\Delta\psi$	Differenz der Phase zweier Mischsignale
κ	Frequenz
κ_A, κ_B	gemessene Frequenz eines komplexen Mischsignals

Patentansprüche

1. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50), insbesondere Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) für ein Kraftfahrzeug (1), zum Messen eines Abstandes zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und mindestens einem Objekt (20) und/oder zum Messen einer Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einem Objekt (20), wobei die Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) eine Abstrahlvorrichtung (35, 55) zum Senden eines Sendesignals ($s(t)$, $sl(t)$) aufweist, das zumindest zwei Signalabschnittsfolgen ($A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $D(t)$), eine erste Signalabschnittsfolge ($A(t)$) und eine zweite Signalabschnittsfolge ($B(t)$), mit zumindest je zwei zeitlich alternierenden Signalabschnitten ($A1$, $A2$, $A3$, $B1$, $B2$, $B3$) umfasst, und wobei sich zumindest zwei Signalabschnitte ($A1$, $A2$, $A3$, $B1$, $B2$, $B3$) einer Signalabschnittsfolge ($A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $D(t)$) in ihrer Frequenz um je eine Differenzfrequenz ($f_{Hub,A}/(N-1)$, $f_{Hub,B}/(N-1)$) unterscheiden, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzfrequenz ($f_{Hub,A}/(N-1)$) der ersten Signalabschnittsfolge ($A(t)$) von der Differenzfrequenz ($f_{Hub,B}/(N-1)$) der zweiten Signalabschnittsfolge ($B(t)$) verschieden ist.
2. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Empfangseinrichtung (36, 56) zum Empfangen eines von dem mindestens einen Objekt (20) reflektierten Reflexionssignals ($r(t)$, $rl(t)$) des Sendesignals ($s(t)$, $sl(t)$) aufweist.
3. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es einen Mischer (38, 39, 58, 59) zum Mischen der ersten Signalabschnittsfolge ($A(t)$) mit einem von dem mindestens einen Objekt (20) reflektierten Anteil der ersten Signalabschnittsfolge ($A(t)$) des Reflexionssignals ($r(t)$, $rl(t)$) zu einem ersten Mischsignal ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) aufweist.
4. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Auswertevorrichtung (41, 61) zur Ermittlung der gemessenen Frequenz oder den Frequenzen (κ_A) des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) aufweist.

5. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) der Abstand zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der gemessenen Frequenz oder den Frequenzen (κ_A) des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) bestimmbar ist bzw. sind.
6. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) die Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der gemessenen Frequenz oder den Frequenzen (κ_A) des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) bestimmbar ist bzw. sind.
7. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Mischers (38, 39, 58, 59) die zweite Signalabschnittsfolge ($B(t)$) mit einem von dem mindestens einen Objekt (20) reflektierten Anteil der zweiten Signalabschnittsfolge ($B(t)$) des Reflexionssignals ($r(t)$, $rl(t)$) zu einem zweiten Mischsignal ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) mischbar ist.
8. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) die gemessene Frequenz oder die Frequenzen (κ_B) des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) ermittelbar ist bzw. sind.
9. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) der Abstand zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der gemessenen Frequenz oder den Frequenzen (κ_A) des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der dominierenden Frequenz (κ_B) des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmbar ist bzw. sind.

10. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) die Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der gemessenen Frequenz oder den Frequenzen (κ_A) des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der gemessenen Frequenz oder den Frequenzen (κ_B) des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmbar ist bzw. sind.
11. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) die Differenz ($\Delta\psi$) der Phase des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der Phase des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmbar ist.
12. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) der Abstand zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der Differenz ($\Delta\psi$) der Phase des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der Phase des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmbar ist.
13. Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Auswertevorrichtung (41, 61) die Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Messeinrichtung (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 30, 50) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit Differenz ($\Delta\psi$) der Phase des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der Phase des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmbar ist.
14. Verfahren zum Messen eines Abstandes zwischen einer Abstrahlvorrichtung (35, 55) und mindestens einem Objekt (20) und/oder zum Messen einer Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20), wobei mittels der Abstrahlvorrichtung (35, 55) ein Sendesignal ($s(t)$, $sl(t)$) mit zumindest zwei Signalabschnittsfolgen ($A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $D(t)$), einer ersten Signalabschnittsfolge ($A(t)$) und einer zweiten Signalabschnittsfolge ($B(t)$), mit zumindest je zwei zeitlich alternierenden Signalabschnitten ($A1$, $A2$, $A3$, $B1$, $B2$, $B3$) gesendet wird, und wobei sich zumindest zwei Signalabschnitte ($A1$, $A2$, $A3$, $B1$, $B2$, $B3$)

- einer Signalabschnittsfolge ($A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $D(t)$) in ihrer Frequenz um je eine Differenzfrequenz ($f_{\text{Hub},A}/(N-1)$, $f_{\text{Hub},B}/(N-1)$) unterscheiden, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzfrequenz ($f_{\text{Hub},A}/(N-1)$) der ersten Signalabschnittsfolge ($A(t)$) von der Differenzfrequenz ($f_{\text{Hub},B}/(N-1)$) der zweiten Signalabschnittsfolge ($B(t)$) verschieden ist.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem mindestens einen Objekt (20) reflektiertes Reflexionssignal ($r(t)$, $rl(t)$) des Sendesignal ($s(t)$, $sl(t)$) empfangen wird.
 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Signalabschnittsfolge ($A(t)$) mit einem von dem mindestens einen Objekt (20) reflektierten Anteil der ersten Signalabschnittsfolge ($A(t)$) des Reflexionssignals ($r(t)$, $rl(t)$) zu einem ersten Mischsignal ($l_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) gemischt wird.
 17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die dominierende Frequenz (κ_A) des ersten Mischsignals ($l_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) ermittelt wird.
 18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der dominierenden Frequenz (κ_A) des ersten Mischsignals ($l_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) bestimmt wird.
 19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der dominierenden Frequenz (κ_A) des ersten Mischsignals ($l_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) bestimmt wird.
 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Signalabschnittsfolge ($B(t)$) mit einem von dem mindestens einen Objekt (20) reflektierten Anteil der zweiten Signalabschnittsfolge ($B(t)$) des Reflexionssignals ($r(t)$, $rl(t)$) zu einem zweiten Mischsignal ($l_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) gemischt wird und dass die dominierende Frequenz (κ_A) des zweiten Mischsignals ($l_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) ermittelt wird.
 21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der dominierenden Frequenz (κ_A) des ersten Mischsignals ($l_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und des zweiten Mischsignals ($l_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der dominierenden Frequenz (κ_A) des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der dominierenden Frequenz (κ_B) des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmt wird.
23. Verfahren nach Anspruch 20, 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz ($\Delta\psi$) der Phase des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der Phase des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmt wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit der Differenz ($\Delta\psi$) der Phase des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der Phase des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmt wird.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Geschwindigkeitsdifferenz (v) zwischen der Abstrahlvorrichtung (35, 55) und dem mindestens einen Objekt (20) in Abhängigkeit Differenz ($\Delta\psi$) der Phase des ersten Mischsignals ($I_A(t)$, $Q_A(t)$, $m_A(t)$) und der Phase des zweiten Mischsignals ($I_B(t)$, $Q_B(t)$, $m_B(t)$) bestimmt wird.

1/5

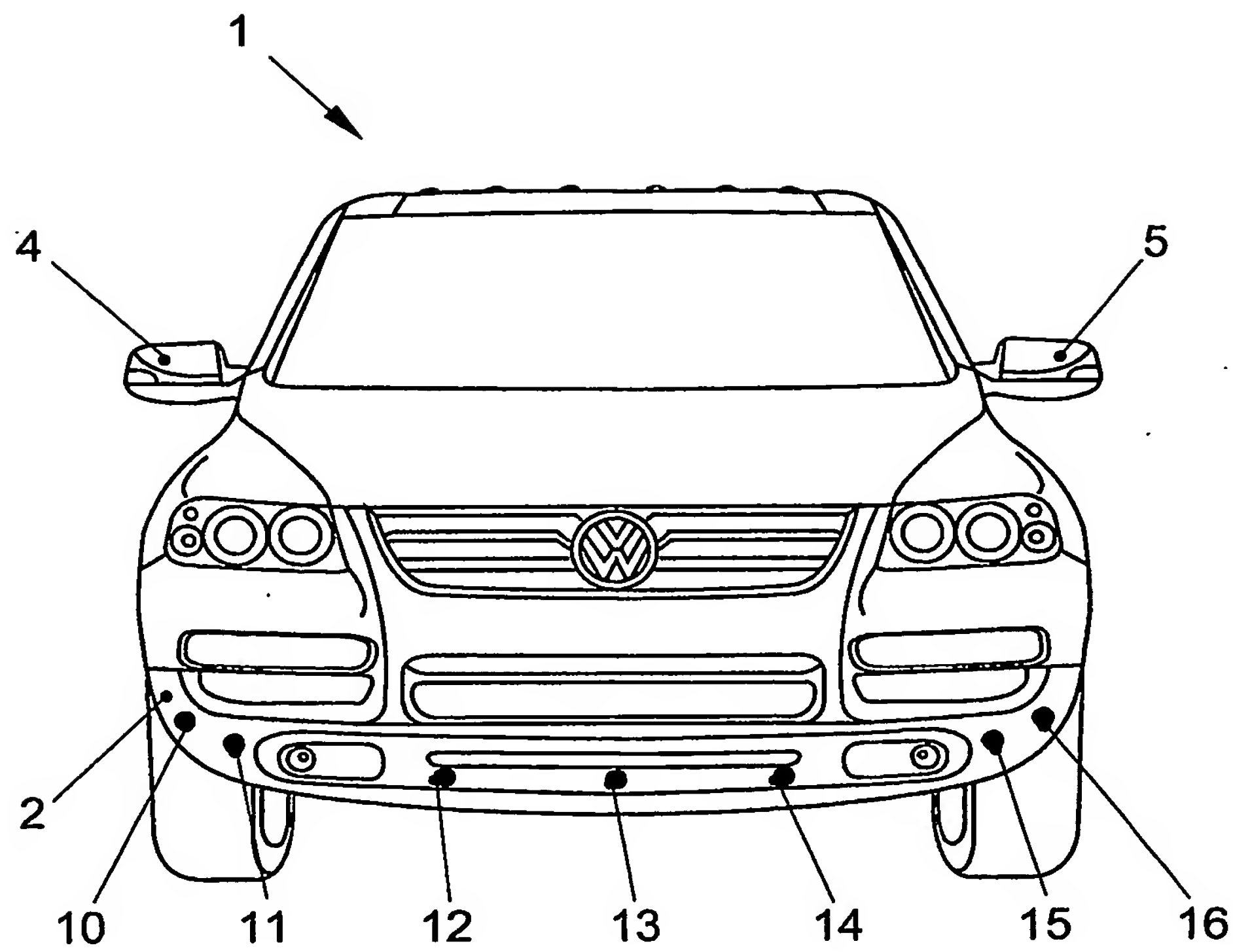


FIG. 1

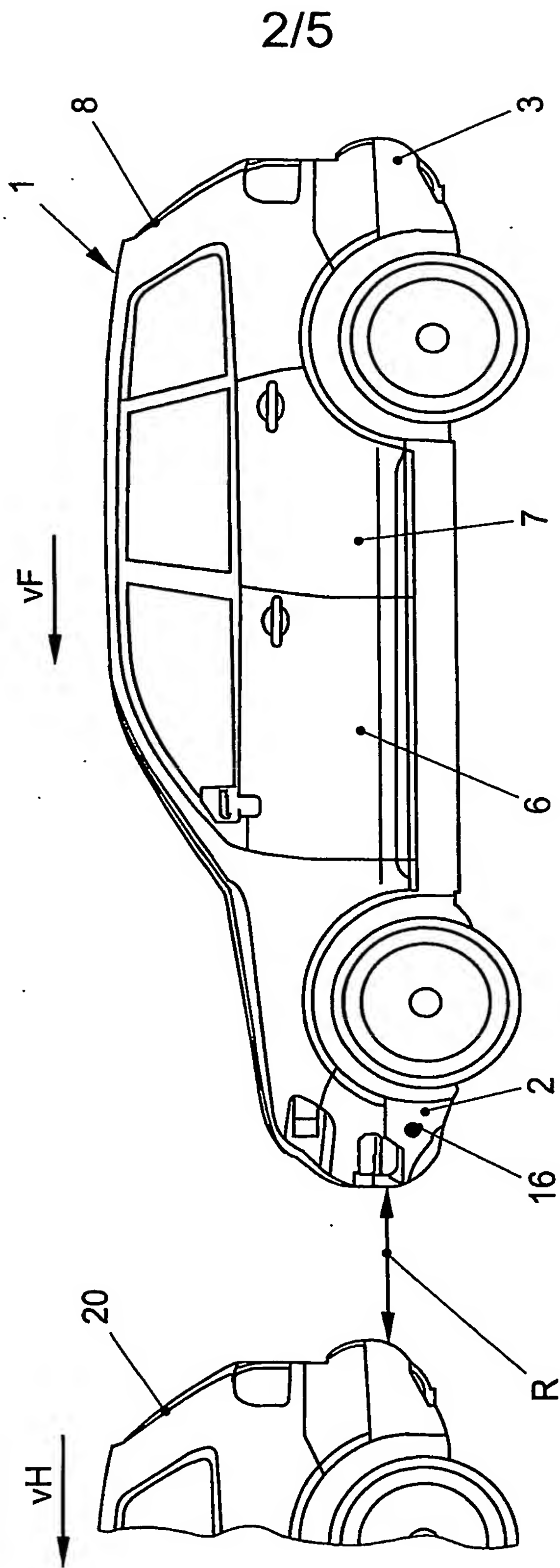


FIG. 2

4/5

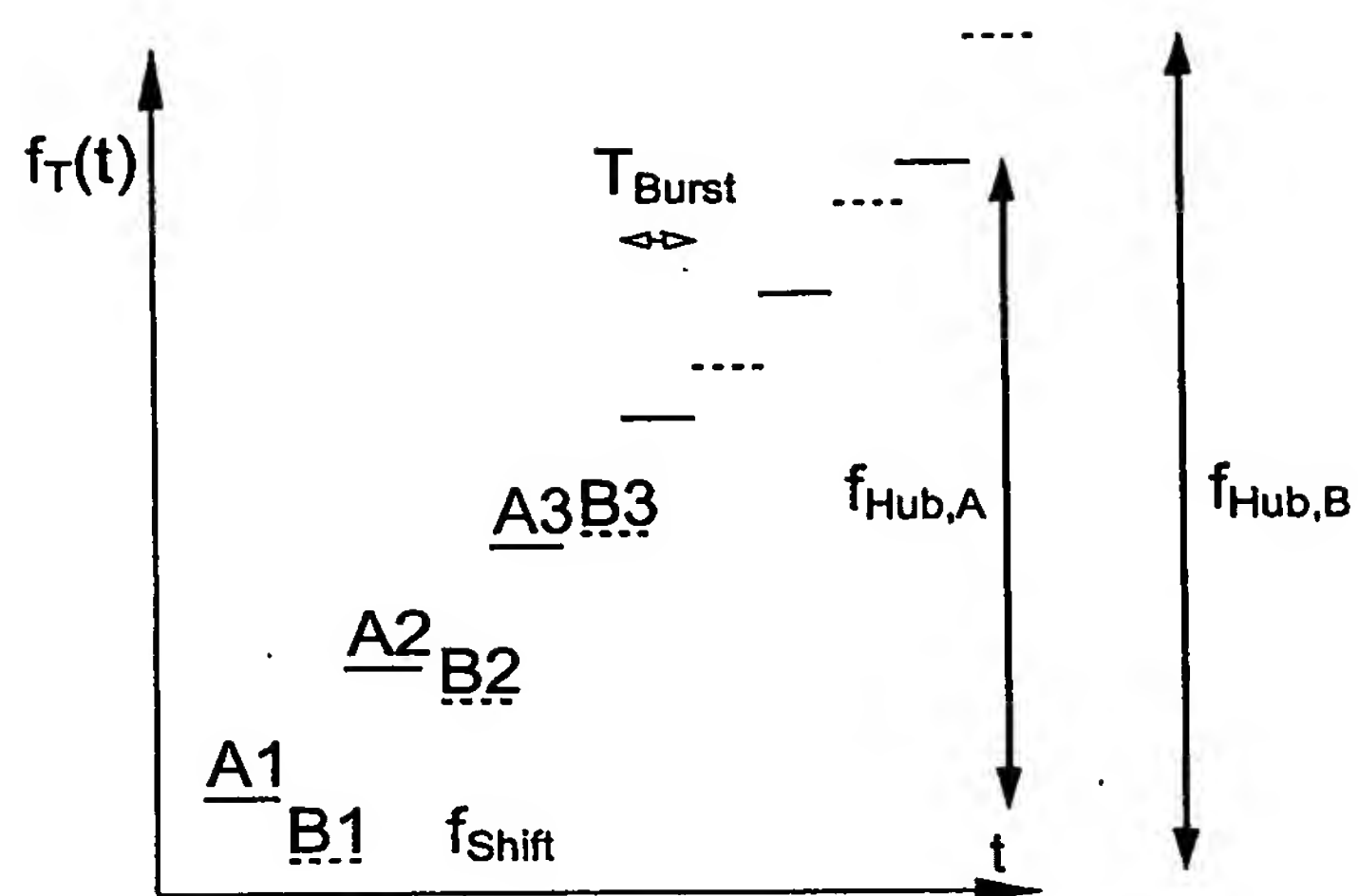


FIG. 4

5/5

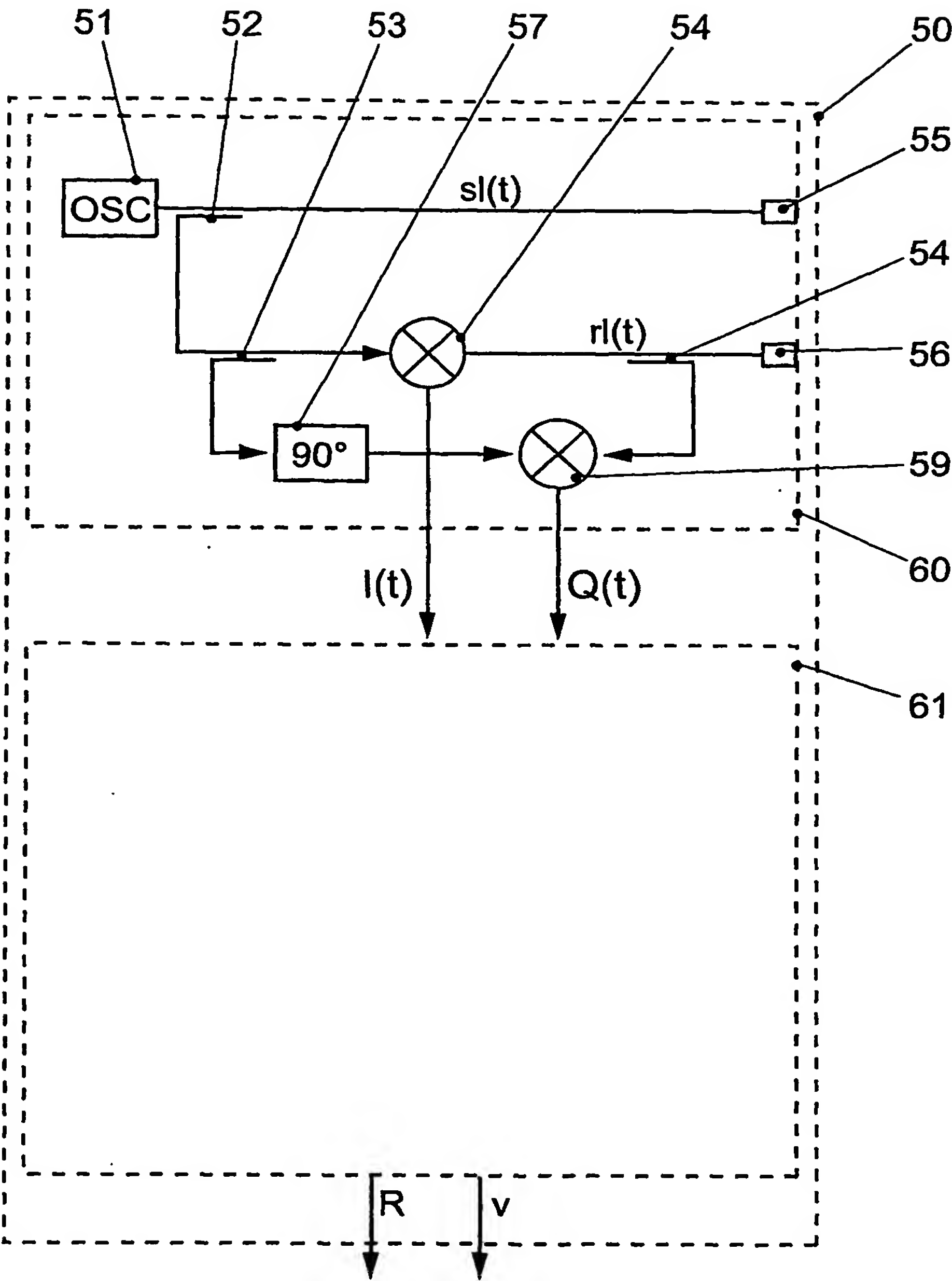


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/010550

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S13/34 G01S13/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 334 398 A (THORN EMI ELECTRONICS LTD) 18 August 1999 (1999-08-18)	1-8, 14-16
Y	abstract page 2, line 2 - line 15 page 9, line 22 - page 11, line 15 page 11, line 19 - page 12, line 11 page 13, line 2 - line 21	9-13, 17-25
Y	DE 100 50 278 A (S M S) 25 April 2002 (2002-04-25) cited in the application abstract paragraph '0009! - paragraph '0017! paragraph '0023! - paragraph '0029! ----- -/--	9-13, 17-25

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 December 2004

Date of mailing of the international search report

16/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/010550

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 03/048802 A (KUNERT MARTIN ; PREIS CHRISTIAN (DE); SIEMENS AG (DE)) 12 June 2003 (2003-06-12) abstract figures	1,14
A	US 5 963 163 A (KEMKEMIAN STEPHANE ET AL) 5 October 1999 (1999-10-05) abstract	1,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/010550

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
GB 2334398	A	18-08-1999	FR	2846430 A1	30-04-2004
DE 10050278	A	25-04-2002	DE	10050278 A1	25-04-2002
			CA	2415953 A1	18-04-2002
			WO	0231529 A2	18-04-2002
			EP	1325350 A2	09-07-2003
			JP	2004511783 T	15-04-2004
			US	2003179128 A1	25-09-2003
WO 03048802	A	12-06-2003	WO	03048802 A2	12-06-2003
US 5963163	A	05-10-1999	FR	2760536 A1	11-09-1998
			DE	69825341 D1	09-09-2004
			EP	0863409 A1	09-09-1998
			JP	10253753 A	25-09-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

EP/EP2004/010550

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S13/34 G01S13/93

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 334 398 A (THORN EMI ELECTRONICS LTD) 18. August 1999 (1999-08-18)	1-8, 14-16
Y	Zusammenfassung Seite 2, Zeile 2 - Zeile 15 Seite 9, Zeile 22 - Seite 11, Zeile 15 Seite 11, Zeile 19 - Seite 12, Zeile 11 Seite 13, Zeile 2 - Zeile 21	9-13, 17-25
Y	DE 100 50 278 A (S M S) 25. April 2002 (2002-04-25) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absatz '0009! - Absatz '0017! Absatz '0023! - Absatz '0029!	9-13, 17-25
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Dezember 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roost, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/010550

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 03/048802 A (KUNERT MARTIN ; PREIS CHRISTIAN (DE); SIEMENS AG (DE)) 12. Juni 2003 (2003-06-12) Zusammenfassung Abbildungen	1,14
A	US 5 963 163 A (KEMKEMIAN STEPHANE ET AL) 5. Oktober 1999 (1999-10-05) Zusammenfassung	1,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010550

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2334398	A	18-08-1999	FR 2846430 A1	30-04-2004
DE 10050278	A	25-04-2002	DE 10050278 A1	25-04-2002
			CA 2415953 A1	18-04-2002
			WO 0231529 A2	18-04-2002
			EP 1325350 A2	09-07-2003
			JP 2004511783 T	15-04-2004
			US 2003179128 A1	25-09-2003
WO 03048802	A	12-06-2003	WO 03048802 A2	12-06-2003
US 5963163	A	05-10-1999	FR 2760536 A1	11-09-1998
			DE 69825341 D1	09-09-2004
			EP 0863409 A1	09-09-1998
			JP 10253753 A	25-09-1998